

PRODUKSI BIOGAS DARI LIMBAH CAIR TAHU DENGAN MENGGUNAKAN STARTER KOTORAN KUDA

Ayu Suci Lestari^a, Zulkarnain Chaidir^b, Olly Norita Tetra^c

^{a,b}Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Andalas
^cLaboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Andalas
e-mail: AyuSuciLestari90@gmail.com
Jurusan Kimia FMIPA Unand, Kampus Limau Manis, 25163

Abstract

In this research, liquid waste of tofu researched to be processed into biogas which was mixed with horse feces as a starter. This research was aimed to determine the effect of the composition of horse feces and liquid waste of tofu that was used for the production of biogas. The experiments were performed by variation the mixed KK : LCT 50 % : 50 % , KK : LCT 60 % : 40%, KK:LCT 70 %:30 % , KK : LCT 80 % :20 % , the variation in composition of the obtained ratio C/N 19,06 ; 28.06 ; 42.46 ; 73.06. The measurement of biogas volume has been done everyday. The Optimum of biogas production obtained in comparison KK : LCT 60 %:40 % is 19018.4 mL. Methane content measurements performed after purification by absorption using 0.5 M NaOH obtained optimum levels of methane is 69.17 %. While % total solids (TS) obtained for the initial mixture and slurry, respectively for 4.18% and 12,91%, while for % volatile solids (VS) obtained respectively 57,59% and 59,30%.

Keywords : Biogas, Waste tofu (LCT), horse feces (KK), the ratio of C/N , purification

I. Pendahuluan

Potensi Biogas sebagai bahan bakar alternatif sebenarnya sangat banyak diproduksi terutama pada pengolahan limbah cair industri makanan, peternakan, dan pertanian. Biogas ini selain murah, juga ramah lingkungan. Biogas dapat dihasilkan dari limbah organik seperti sampah, sisa-sisa makanan, kotoran hewan dan limbah industri makanan. Pada umumnya kotoran ternak belum dimanfaatkan sepenuhnya dan sebagian hanya digunakan menjadi pupuk, padahal alternatif energi bakar dari kotoran ternak cukuplah besar, dalam hal ini campuran kotoran kuda dan limbah industri makanan untuk digunakan sebagai biogas.¹ Limbah cair tahu sisa produksi tahu ini masih memiliki kandungan bahan organik yang dapat dimanfaatkan untuk energi alternatif, Limbah tersebut dapat segera terurai dilingkungan menjadi senyawa-senyawa organik yang dapat mencemari lingkungan.² Hal ini dilihat

dari jumlah industri tahu di Indonesia . Jumlah industri tahu pada tahun 2010 mencapai 84.000 unit usaha. Dengan kapasitas produksi lebih 2,56 juta ton per tahun. Sebagian industri tahu di Indonesia merupakan industri berskala kecil dan menengah yang belum mengelola limbahnya dengan baik. Dari data tersebut dapat diperkirakan betapa banyaknya limbah cair industri tahu yang dibuang kelilingkungan dan berpotensi menimbulkan pencemaran. ³

Tabel 1. Kandungan kimia limbah cair tahu

Komponen	Jumlah Limbah Cair Tahu (%)
Air	99.34*
Abu	0.11*
Protein	1.73**
Lemak	0.63**
Nitrogen	0.05**
Serat	-

Sumber: *(Hartati 2010) **(Nuraida et al. 1996)

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk diantaranya : kotoran manusia, hewan, limbah domestik (rumah tangga) dalam kondisi anaerobik dengan adanya mikroorganisme penghasil metan yaitu Methanogen. Kandungan utama dalam biogas adalah metana dan karbon dioksida.⁴

Tabel 2. Komponen biogas selengkapnya adalah sebagai berikut :⁵

Komponen	%
Metana (CH_4)	55 - 75
Karbon dioksida (CO_2)	25 - 45
Nitrogen (N_2)	0 - 0.3
Hidrogen (H_2)	1 - 5
Hidrogen Sulfida (H_2S)	0 - 3
Oksigen (O_2)	0.1 - 0.5

Dari penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa limbah cair tahu dapat dimanfaatkan sebagai sumber biogas, dengan berbagai macam starter seperti kotoran ternak dapat membantu mempercepat proses penguraian bahan organik misalnya kotoran sapi yang mengandung kadar C/N 18, pada umumnya proses penguraian limbah tahu menjadi biogas berlangsung sangat lambat, hal ini disebabkan karena karakteristik limbah tahu yang cukup kompleks, oleh karena itu dalam penelitian ini akan dicoba menggunakan kotoran kuda yang memiliki kadar C/N 25 yang lebih tinggi daripada kotoran sapi karena kandungan nilai C/N yang tinggi tersebut dalam bahan organik sangat menentukan kehidupan dan aktifitas mikroorganisme.^{6,7}

Tujuan dari penelitian tentang limbah cair tahu yang akan dilakukan ini adalah merancang alat pembuatan biogas dalam skala kecil (Laboratorium) dan untuk mengetahui kualitas dan kuantitas biogas yang dihasilkan.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan campuran limbah cair tahu dan kotoran kuda yang diharapkan dapat menghasilkan energi alternatif dalam bentuk biogas, serta meminimalisasi terjadinya pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah cair tahu.

II. Metodologi Penelitian

2.1. *Bahan kimia, peralatan dan instrumentasi*
limbah cair tahu yang didapatkan dari daerah Gunung Nago Belimbing Padang, kotoran kuda yang didapatkan dari kuda delman yang ada di Pasar Raya Padang, Bahan kimia yang digunakan : Asam Sulfat (H_2SO_4) 95 % (Merck), Asam Klorida (HCl) 37 % (Merck), Selenium Mixture (Merck), Natrium Dioksida (NaOH) 40 % (Wako pure chemical industry), Asam Borat (H_3BO_3) 1 %, Kalium Dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) (Merck), Glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{22}$) (Merck), indikator red. Peralatan gelas yang dipakai antara lain : Erlenmeyer, kaca arloji, labu ukur, abu kjedahl dan lain-lain. Sedangkan Instrument yang dipakai adalah : desikator (Iwaki), Oven (Mettler), Neraca Analitik (Denver Instrument), Alat Destilasi, UV-VIS (T70 UV/VIS Spektrophotometer)

2.2. Prosedur penelitian

Persiapan Sampel

Bahan baku substrat yang utama digunakan berupa limbah cair tahu dan starter yang digunakan berupa kotoran kuda. Selanjutnya dianalisis:

1. Pengukuran pH

substrat limbah cair tahu dan starter kotoran kuda diukur pH dengan menggunakan kertas pH universal

2. Penetapan Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan secara gravimetri.

3. Analisis Kadar Karbon (C- Organik Walkley & Black)

Analisis total C dikerjakan dengan metode spektrofotometri (Sulaiman, 2005). Di siapkan larutan pereaksi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 2N yaitu 19,62 g ditambah 20 ml H_2SO_4 dilarutkan dalam 200 ml air bebas ion, larutan standar 5000 ppm C yaitu 1,25 g glukosa dilarutkan ke dalam 100 ml air bebas ion. Sampel

sebanyak 5 g di-masukkan ke dalam labu takar 100 ml. Ditambahkan berturut-turut 5 ml larutan $K_2Cr_2O_7$ 2N, 7 ml H_2SO_4 lalu dikocok dan dibiarkan 30 menit. Untuk standarnya sebanyak 2 ml, 4 ml, 6 ml, 8 ml, 10 ml, dan 12 ml larutan standar 250 ppm C dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml lalu ditambahkan 5 ml H_2SO_4 dan 7 ml larutan $K_2Cr_2O_7$ 2N. Dikerjakan pula blanko yang digunakan sebagai standar 0 ppm C. Masing-masing diencerkan dengan air bebas ion dan setelah dingin volume ditepatkan hingga 100 ml, lalu dikocok dan dibiarkan semalam. Esoknya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 580,5 nm.

Perhitungan :

$$\text{Kadar C-organik (\%)} = \text{ppm kurva} \times 100 / \text{mg sampel} \times \text{fk}$$

Keterangan:

Ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva regresi hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikurangi blanko.

$$\text{fk} = \text{faktor koreksi kadar air} = 100 / (100 - \% \text{ kadar air}).^9$$

4. Analisis Kadar Nitrogen (N-Kjeldahl)

Analisis total N dikerjakan berdasarkan pada metode Kjeldahl (Sulaiman, 2005). Tahap pertama adalah destruksi sampel. Sampel halus 1,0 g dimasukkan ke dalam labu kjedahl. Ditambahkan 1 g campuran selen dan 10 ml H_2SO_4 . Didestruksi dan destruksi selesai bila keluar uap putih dan didapat ekstrak jernih (sekitar 4 jam), kemudian labu diangkat dan didinginkan. Ekstrak diencerkan dengan air hingga 50 ml. Dikocok sampai homogen dan dibiarkan semalam agar mengendap. Ekstrak jernih digunakan untuk pengukuran N. Tahap selanjutnya adalah pengukuran N. Ekstrak sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam labu didih. Ditambahkan sedikit serbuk batu didih dan aquades hingga setengah volume labu. Disiapkan penampung NH_3 yang dibebaskan yaitu Erlenmeyer yang berisi 10 ml asam borat 1% ditambah dua tetes indikator metil red (berwarna merah) dihubungkan dengan alat destilasi. Ditambahkan 10 ml NaOH 40% ke dalam

labu didih yang berisi contoh dan di-tutup secepatnya. Didestilasi hingga volume penampung mencapai 50-75 ml (berwarna hijau). Destilat dititrasikan dengan HCl 0,05 N hingga berwarna merah muda. Dicatat volume titar sampel (V_c) dan blanko (V_b) kemudian dihitung :

$$\text{Kadar N-Total (\%)} = (V_c - V_b) \times M_r \times 100 / \text{ml/mg sampel} \times \text{fk}$$

Keterangan:

$V_{c,b}$ = ml titar sampel dan blanko

N = normalitas larutan baku H_2SO_4

14 = bobot setara N (M_r)

fk = faktor koreksi kadar air = $100 / (100 - \% \text{ kadar air}).^9$

5. Pengukuran Total Solid (TS)

Sampel (campuran awal dengan komposisi KK:LCT 60%:40%) sebanyak 10 g diletakkan di dalam cawan porselen yang sebelumnya telah dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C dan diketahui berat konstan. Kemudian dimasukkan ke dalam oven suhu $103-105^\circ\text{C}$ selama 1 jam, Setelah 1 jam masukkan ke dalam desikator selama 10 menit kemudian ditimbang. Dilakukan sampai didapatkan berat konstan. Dan dilakukan juga pengukuran total solid dengan perlakuan yang sama untuk campuran akhir (Slurry).

6. Pengukuran Volatile Solid (VS)

Disiapkan cawan porselen yang telah dibersihkan kemudian dikeringkan di dalam oven bersuhu $103-105^\circ\text{C}$ selama 1 jam. Porselen tersebut lalu dimasukkan ke dalam desikator. Setelah beberapa saat, porselen ditimbang dan didapatkan bobot porselen yang dilambangkan dengan (B). Sampel (campuran awal dengan komposisi KK:LCT 60%:40%) sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam oven bersuhu $103-105^\circ\text{C}$ selama satu jam, lalu didinginkan menggunakan desikator hingga mencapai suhu dan bobot seimbang. Bobot setelah desikator dilambangkan dengan (A). Sampel (A) diambil dan dipanaskan dalam tanur dengan suhu 550°C selama satu jam hingga seluruh bahan organik terabukan. Setelah itu, sampel didinginkan menggunakan desikator hingga mencapai suhu dan bobot seimbang. Bobot ini dilambangkan dengan (C). Dan dilakukan juga pengukuran volatil solid dengan

perlakuan yang sama untuk campuran akhir (Slurry).

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penetapan kadar air

Pada analisis kadar air sampel limbah cair tahu dan kotoran kuda yang digunakan sebagai bahan isian produksi biogas dapat dilihat pada **tabel.2**

Tabel.2 Nilai kadar air sampel limbah cair tahu dan kotoran kuda yang digunakan sebagai bahan isian produksi biogas

No	Sampel	Kadar Air	Faktor Koreksi
1	Limbah Cair Tahu	98,85%	86,95%
2	Kotoranku da setelah fermentasi	86,68%	7,50%
3.	Kotoran kuda sebelum fermentasi	21,61%	1,27%

menunjukkan bahwa kotoran kuda: air (1:1) setelah fermentasi mempunyai kadar air yang tinggi yaitu 86,68% dan untuk sampel limbah Cair Tahu didapatkan kadar air yang tinggi sebanyak 98,85%. Price dan cheremisinoff (1981) menyatakan bahwa perbedaan kadar air yang besar akan meningkatkan produksi biogas. Kadar air bahan sangat penting dalam proses fermentasi produksi biogas, tetapi apabila terlalu besar dapat menghambat aktivitas bakteri metanogenik, hal ini disebabkan karena penambahan air akan meningkatkan konsentrasi oksigen yang bersifat racun bagi bakteri anaerob. Sebaliknya bila kadar air yang terlalu rendah akan mengakibatkan terjadinya akumulasi asam asetat yang menyebabkan terjadinya hambatan pada saat fermentasi berlangsung, yang pada akhirnya mempengaruhi produksi biogas, disamping itu akan terbentuk kerak di dinding biodigester.

3.2 Hasil Analisis Kadar C/N

Hasil analisis kadar C/N yang terdapat dalam limbah cair tahu, kotoran kuda, serta campurannya dapat dilihat pada **tabel.3**

Tabel. 3 Hasil Analisis C/N kotoran kuda dan sampel limbah Cair Tahu serta komposisi campuran Bahan

No	Sampel	Kadar C/N
1.	Limbah cair Tahu (LCT)	1,05
2.	Kotoran Kuda (KK)	18
3.	KK:LCT50%:50%	19,06
4.	KK:LCT60%:40%	28,06
5.	KK:LCT70%:30%	42,46
6.	KK:LCT80%:20%	73,06

Karbon dan nitrogen adalah sumber makanan utama bagi bakteri anaerob, sehingga pertumbuhan optimum bakteri sangat dipengaruhi unsur ini, dimana karbon dibutuhkan untuk mensuplai energi dan nitrogen dibutuhkan untuk memperbaiki sel bakteri. Analisis kadar karbon dilakukan dengan menggunakan *metoda walkley & black* sedangkan untuk analisis kadar nitrogen dilakukan dengan menggunakan *metoda kjedahl*. Pada penelitian ini dilakukan penambahan substrat, untuk memperbaiki rasio dari kadar C/N bahan isian, yang berada jauh dari rentang optimum untuk produksi biogas. Pada campuran bahan dengan komposisi KK:LCT 50%:50% didapatkan kadar C/N 19,06, KK:LCT 60%:40% sebesar 28,06; KK:LCT 70%:30% sebesar 42,46 dan perbandingan KK:LCT 80%:20% sebesar 73,06. Menurut Yarni dan darwis (1990) C/N rasio yang diinginkan dalam penelitian biogas ini yaitu C/N rasio berkisar antara 25- 30. Ini dikarenakan Bakteri memakan unsur C 30 kali lebih cepat daripada memakan unsur N. Dari hasil analisa yang dilakukan maka terlihat bahwa komposisi yang baik terdapat pada perbandingan KK:LCT 60%:40% sebesar 28,06 yang hampir mendekati kisaran nilai 30. Bahan organik yang mempunyai kandungan C/N yang terlalu tinggi akan menyebabkan proses penguraian yang terlalu lama. Sebaliknya jika C terlalu rendah maka sisa nitrogen akan berlebih sehingga terbentuk amonia. Kandungan amonia yang berlebihan dapat meracuni bakteri.

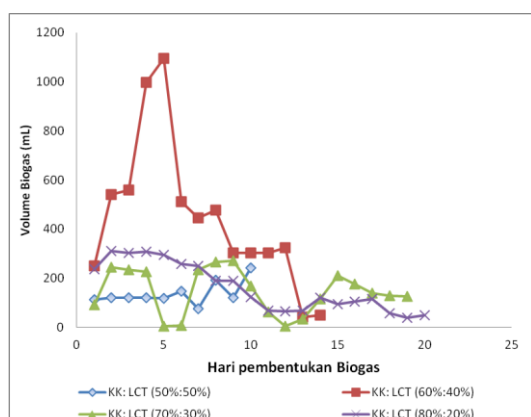
3.3 Produksi Biogas

Produksi biogas yang dihasilkan dari berbagai macam komposisi, hasil pengamatan menunjukkan jumlah biogas yang terbentuk pada awal proses fermentasi dengan laju yang tinggi dipengaruhi oleh rasio C/N. Rasio C/N yang baik untuk produksi biogas optimum pada C/N 25-30. Dapat dilihat pada **tabel. 4**

Tabel. 4 Tabel Perbandingan Antara C/N dan Volume total biogas

Perlakuan	C/N	Volume Total Biogas (mL)
KK:LCT50%: 50%	19,06	1365,7
KK:LCT60%: 40%	28,06	19018,4
KK:LCT70%: 30%	42,46	3742,5
KK:LCT80%: 20%	73,06	3243,5

Perbandingan antara C/N dan volume total biogas dimana didapatkan produksi biogas optimum terdapat pada perbandingan KK:LCT 60%:40% dengan volume total biogas 19018,4 mL selama 23 hari produksi dan nilai C/N 28,06 sesuai dengan C/N rasio yang diinginkan.



Gambar 1. Volume produksi biogas harian dengan variasi konsentrasi KK:LCT 50%:50% ; KK:LCT 60%:40% ; KK:LCT 70%:30% ; KK:LCT 80%:20%

Pada pengamatan Gambar. 1 selama proses fermentasi diperoleh jumlah biogas pada perbandingan KK:LCT 60%:40% dengan laju yang optimum pada pembentukan hari ke 5 dalam penelitian ini hari pembentukannya

lebih cepat terjadi ini karena adanya perbedaan sistem yang digunakan dan banyaknya volume bahan yang digunakan., kemudian semakin lama semakin menurun, hal ini disebabkan karena pada awal fermentasi tersedia lebih banyak bahan organik yang mudah terdegradasi. Sedangkan pada perbandingan KK:LCT 50%:50% terjadi proses degradasi yang tidak maksimal dan menghasilkan volume biogas yang sangat sedikit.

3.4 Hasil Uji Nyala

Uji nyala dilakukan untuk menguji kualitas dari biogas yang terbentuk. Untuk nyala api yang dihasilkan tidak berbau dan memiliki warna nyala biru berarti terdapat banyak kandungan gas metan dari produksi biogas, namun jika warna api yang timbul berwarna merah orange berarti CO₂ lebih dominan terdapat dalam produksi biogas tersebut. Hasil pengamatan dapat dilihat pada **tabel 5**.

Tabel 5. Hasil Pengamatan Uji Nyala Pada Biogas.

Perlakuan	Hari Terbentuknya Nyala	Warna
KK:LCT(50 %:50%)	6	Merah
KK:LCT(60 %:40%)	4	Biru
KK:LCT(70 %:30%)	9	Biru kemerahan
KK:LCT(80 %:20%)	5	Biru Kemerahan

Perlakuan pada komposisi KK:LCT (60%:40%) diperoleh warna nyala api biru, hal ini berarti gas yang terdapat pada perlakuan tersebut mengandung metan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Harahap (1978) yang menyatakan bahwa gas metan merupakan komponen penting dan utama dari biogas karena memiliki kadar kalor yang cukup tinggi, dan jika gas yang dihasilkan dari proses fermentasi anaerob ini dapat terbakar, berarti sedikitnya mengandung 45% gas metan.

3.5 Hasil Pengukuran TS dan VS

Parameter pendegradasian bahan organik juga dapat ditentukan oleh nilai volatile Solid (VS). Volatile Solid (VS) adalah jumlah padatan dalam bahan yang menguap pada pembakaran diatas suhu 550°C. Total padatan yang menguap sering disebut juga sebagai padatan organik total. Dapat dilihat pada **tabel 6**.

Tabel. 6 Kandungan TS dan VS pada campuran awal dan slurry

	TS (%)	VS (%)
Campuran awal	4,18	57,59
Slurry	12,91	59,30

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa TS pada **Tabel 6**. Adanya peningkatan padatan total menunjukkan campuran awal sudah terhidrolisis dan terurai menjadi molekul yang lebih kecil sehingga akan terbawa dalam sampel dan dihitung sebagai total padatan.

Pada VS padatan yang menguap berasal dari kandungan organik substrat. Selama pendegradasian bahan akan dihasilkan garam-garam mineral yang tidak mudah menguap, sehingga jumlah VS mengalami penurunan. Turunnya nilai VS disebabkan bahan organik yang ada sudah mengalami reaksi hidrolisis hingga reaksi metanogenesis dan dilihat pada Tabel 6. nilai VS meningkat karena telah terdegradasi.

3.2. Aplikasi

Aplikasi dari penelitian yang telah dilakukan adalah biogas yang dihasilkan dapat menggantikan bahan bakar seperti : LPG, pembangkit listrik, dan lain-lain. Hasil pembentukan biogas sisanya (*Slurry*) dapat digunakan sebagai pupuk organik.

IV. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa limbah cair tahu dapat dijadikan bahan dasar pembentukan biogas dengan dicampurkan dengan kotoran kuda. Perbandingan optimum campuran kotoran kuda dan

limbah cair tahu untuk produksi biogas ini yaitu KK:LCT_{60%:40%} dimana pada perbandingan ini didapatkan rasio C/N optimum sebesar 28,06 dan volume total produksi biogas sebesar 19,0184 L. Besarnya volume biogas tidak menjamin kualitas gas yang dihasilkan untuk itu dilakukan pemurnian terhadap komposisi optimum yang telah didapatkan. Dari pemurnian yang dilakukan didapatkan persentase kadar metana optimum yaitu sebesar 69,17% dimana dengan melakukan pemurnian maka didapatkan nyala api yang berwarna biru yang menyatakan bahwa biogas yang terbentuk memiliki kadar metana yang tinggi. Besarnya total solid dari campuran awal dan slurry berturut-turut yaitu sebesar 4,18% dan 12,91% sedangkan untuk volatile solid berturut-turut yaitu sebesar 57,59% dan 59,30%.

V. Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada para analis dan teknisi laboratorium Biokimia FMIPA Universitas Andalas.

Referensi

1. Maarif, F., dan Januar, A.F., **2011**. Absorpsi Gas Karbondioksida (CO₂) dalam Biogas dengan Larutan NaOH secara Kontinyu. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 223-227
2. Goendi, S., Purwadi.T., dan Nugroho Prima.A. **2008**. Kajian Model Digester Limbah Cair Tahu Untuk Produksi Biogas Berdasarkan Waktu Penguraian. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian*, 3-4
3. Sani, E.Y., **2006**. Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Anaerob Bersekat dan Aerob. Tesis Program Studi Ilmu Lingkungan.Universitas Dipenogoro. Semarang.
4. Wahyuni .S. **2011** Menghasilkan Biogas dari Aneka Limbah. Agro Media Pustaka:p. pp 104.
5. Juangga, N. Proses Anaerobic Digestion. 2007.
6. Jeannie. **2007**. Anaerobic Digestion: Biogas Production and Odor Reduction from Manure.

- Agricultural and Biological Engineering, 814-816.
7. Widodo, T. W. Ahmad. A, A, N. Rahmarestia, E. **2006**. Rekayasa dan pengujian reaktor biogas skala kelompok tani ternak. *Jurnal Enjiring Pertanian*, IV, 41-52
 8. Harahap,I.V. **2007**. Uji Beda Komposisi Campuran Kotoran Sapi Dengan Beberapa Jenis Limbah Pertanian Terhadap Biogas yang Dihasilkan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
 9. Sulaiman.B. Analis Kimia Tanah, Tanaman, Air, Dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. pp 47-50, 105. 2005.
 10. Susilowati, E. Uji potensi pemanfaatan cairan rumen sapi untuk meningkatkan kecepatan produksi biogas dan konsentrasi gas metan dalam biogas. Universitas Gadjah Mada, **2009**.
 11. Yunus muchammad. **1991**. Pengelolaan Limbah Peternak. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.